



Europäisches Patentamt

(19)

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 732 446 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.1998 Patentblatt 1998/43

(51) Int Cl. 6: D21G 1/00, D21G 1/02

(21) Anmeldenummer: 96103278.6

(22) Anmeldetag: 04.03.1996

(54) Kalander für die zweiseitige Behandlung einer Papierbahn

Calender for treating a paper web on two faces

Calandre pour le traitement d'une bande de papier sur deux faces

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FI FR GB

(74) Vertreter: Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Dr. Knoblauch,
Kühhornshofweg 10
60320 Frankfurt (DE)

(30) Priorität: 09.03.1995 DE 29504034 U

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 027 270 DE-U-29 504 034
US-A- 5 237 915

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.1996 Patentblatt 1996/38

- TAPPI JOURNAL, Bd. 76, Nr. 6, Juni 1993,
NORCROSS, GA., US, Seiten 115-119,
XP000420366 THOMAS J. LAUTERBACH:
"synthetic composite covers in supercalenders:
update"
- TAPPI JOURNAL, Bd. 74, Nr. 10, Oktober 1991,
NORCROSS, GA., US, Seiten 179-186,
XP000234497 JOHN D. PEEL: "supercalendering
and soft nip calendering compared"

(73) Patentinhaber: Voith Sulzer Finishing GmbH
47803 Krefeld (DE)

(72) Erfinder:

- Kayser, Franz
47608 Geldern (DE)
- van Haag, Rolf, Dr.
47647 Kerken (DE)
- Rothfuss, Ulrich
47929 Grefrath (DE)
- Wenzel, Reinhard
47809 Krefeld (DE)

EP 0 732 446 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kalander für die zweiseitige Behandlung einer Papierbahn, insbesondere zur Erzeugung von tiefdruckfähigem Papier, mit einem vom Ende her belastbaren Walzenstapel, der harte Walzen und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte aufweist, wobei ein Teil der Walzen beheizbar ist.

Kalander dieser Art sind vielfach bekannt, beispielsweise aus dem Prospekt "Die neuen Superkalanderkonzepte" der Firma Sulzer Papertec aus 1994 (Kennziffer 05/94 d). Sie dienen der abschließenden Behandlung einer Papierbahn, damit diese einen gewünschten Wert der Glätte, des Glanzes, der Dicke, des Bulk u.dgl. erhält, und sind getrennt von einer Papiermaschine aufgestellt.

Die "weichen" oder elastischen Walzen tragen einen hauptsächlich aus einem Fasermaterial bestehenden Bezug. Die beheizbaren Walzen haben eine auf etwa 80°C begrenzte Oberflächentemperatur. Die mittlere Druckspannung in den Walzenspalten liegt im normalen Betrieb zwischen 15 und 30 N/mm², im untersten Arbeitsspalt sind auch schon Werte bis maximal 40 N/mm² angewendet worden. Für einfach zu satinierende Papiere, wie z.B. Schreibpapier, genügt ein Stapel mit 9 oder 10 Walzen. Für höherwertige Papiere, wie tiefdruckfähige Papiere, technische Papiere oder Verdichtungspapiere werden 12 bis 16 Walzen benötigt. Eine solche Großmaschine ist teuer und hat einen erheblichen Raumbedarf.

Des weiteren sind sogenannte Kompaktkalander bekannt, bei denen eine beheizbare Walze mit einer durchbiegungssteuerbaren weichen Walze einen Spalt bildet und zur beidseitigen Behandlung der Papierbahn auch zwei derartige Kalander hintereinander geschaltet werden können. Hiermit lassen sich aber nur einfach zu satinierende Papiere, nicht aber technische Papiere, z.B. Silicon-Rohpapiere sowie Papiere für den Tiefdruck, herstellen. Außerdem muß ein großer Teil der Verformungsenergie als Wärme zugeführt werden. Die beheizbaren Walzen haben daher eine Oberflächentemperatur von 160 bis 200°C. Es wird viel Wärmeenergie abgestrahlt, die durch Klimaanlagen wieder abgeführt werden muß. Weil die Walzendurchmesser festigkeitsbedingt größer als beim Superkalander sind, müssen hohe Streckenlasten aufgebracht werden, um die für ein gewünschtes Satinageergebnis notwendigen Druckspannungen zu erzeugen. Des weiteren sind Austauschwalzen für die elastischen Walzen teuer, weil sie gleichzeitig durchbiegungssteuerbar sein sollen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kalander der eingangs beschriebenen Art anzugeben, der kleiner sowie billiger in der Herstellung und im Betrieb ist, trotzdem aber vorzügliche Satinageergebnisse ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch ge-

löst,

- 5 a1) daß der Stapel 6 bis 8 Walzen mit einem durch zwei weiche Walzen gebildeten Wechselspalt aufweist
oder
- a2) daß zwei gleichartige Stapel mit je 3 oder 4 Walzen vorgesehen sind,
- 10 b) und daß zumindest für einen Arbeitsspalt als Bedingung gilt:
 - 15 b1) die Spaltbreite ist so gewählt, daß die Verweilzeit mindestens 0,1 ms beträgt,
 - b2) die Beheizung einer den Arbeitsspalt begrenzenden beheizbaren Walze ist auf eine Oberflächentemperatur von mindestens 100°C ausgelegt
 - 20 b3) und die Belastung der Walzen ist auf eine mittlere Druckspannung im Arbeitsspalt von mehr als 42 N/mm² ausgelegt.

Durch die Reduzierung der Stapelhöhe wird der Einfluß des Walzengewichts auf die Streckenlast vermindert. Man kann daher bei gleicher Streckenlast im untersten Spalt im obersten Eingangsspalt mit einer höheren Streckenlast als bei den bekannten Superkalander arbeiten. Überraschenderweise genügt es daher, die zuzuführende Verformungsenergie moderat zu steigern, um auch hochwertige Papiere zufriedenstellend bearbeiten zu können. So kann die Wärmezufuhr bei Temperaturen erfolgen, die nur etwas über den bisher üblichen Temperaturen liegen und daher die Wärmeabstrahlung nur geringfügig erhöhen. Auch stehen hierfür die verschiedensten Wärmeträger zur Verfügung; es gibt keine Schwierigkeiten wie bei den hohen Temperaturen, die bei einem Kompaktkalander angewendet werden müssen. Auch genügt eine relativ geringe Erhöhung der Druckspannung, die mechanisch ohne weiteres ertragen werden kann und höchstens bei der Wahl des Bezuges der elastischen Walze zu berücksichtigen ist. Indem beide Maßnahmen (verstärkte Beheizung und verstärkte Belastung) zumindest in einem Arbeitsspalt, vorzugsweise dem untersten Arbeitsspalt, gleichzeitig angewendet werden, lassen sich außerordentlich gute Ergebnisse auch bei einem schnellaufenden Kalander und bei hochwertigen Papiere erzielen. Da der Walzenstapel eine geringere Höhe als bekannte Superkalander hat, genügen niedrigere Gebäude, was die Aufstellungskosten erheblich senkt.

Bevorzugt wird der 8-Walzen-Kalander, der praktisch dieselben Satinierergebnisse liefert wie ein üblicher 12-Walzen-Kalander, der bisher für die Herstellung von tiefdruckfähigen und anderen hochwertigen Papiere als notwendig angesehen wurde. Die Aufteilung in zwei Stapel hat den weiteren Vorteil, daß die Abhängigkeit der Streckenlast vom Walzengewicht geringer ist, also im jeweils obersten Spalt mit einer sehr viel höhe-

ren Streckenlast als bisher gearbeitet werden kann.

Zweckmäßigerweise ist dafür gesorgt, daß zumindest für den einen Arbeitsspalt die Bedingung gilt, daß die Verweilzeit höchstens 0,9 ms beträgt und daß die Beheizung auf eine Oberflächentemperatur von maximal 150°C und die Belastung auf eine mittlere Druckspannung bis zu 60 N/mm² ausgelegt ist. Es ist daher tatsächlich nur eine moderate Erhöhung der Oberflächentemperatur und der Druckspannung erforderlich.

Als bevorzugt wird angesehen, daß die Verweilzeit 0,2 bis 0,5 ms, die Oberflächentemperatur 110 bis 125°C und die mittlere Druckspannung 45 bis 55 N/mm² beträgt.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Bedingung für die Mehrheit der oder alle Arbeitsspalte gilt. Weil die erhöhten Werte gleichmäßig auf mehrere Arbeitsspalte verteilt sind, genügen sehr geringfügige Erhöhungen.

Zweckmäßig ist es auch, daß Ober- und/oder Unterwalze durchbiegungssteuerbar sind. Auf diese Weise kann die Druckspannung über die gesamte Breite der Walzen vergleichmäßig werden.

In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, daß Ober- und Unterwalze beheizbar sind. Über diese harten Walzen läßt sich die Wärmeenergie besser zuführen als über die angrenzende weiche Walze. Dies gilt auch, wenn die Ober- und/oder Unterwalze durchbiegungssteuerbar sind, weil man beispielsweise eine beheizte Druckflüssigkeit zuführen kann.

Besonders günstig ist es, daß die weichen Walzen einen Kunststoffbezug tragen. Solche kunststoffbezogenen Walzen sind wesentlich besser als mit Fasermaterial bezogene Walzen für den Betrieb bei erhöhter mittlerer Druckspannung geeignet. Sie erlauben einen Betrieb mit einer Druckspannung von mehr als 42 N/mm². Insbesondere sollte der Bezug auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit bis etwa 60 N/mm² ausgelegt sein.

Dies gilt insbesondere, - wenn der Kunststoffbezug im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht. Ein solcher Kunststoffbezug hat eine Standzeit von wenigstens zwölf Wochen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind der oder die Stapel in-line einer Papiermaschine oder Streichmaschine angeordnet. Die Papierbahn kommt daher mit erhöhter Temperatur, beispielsweise mit 60°C, am Einlaßspalt des Kalanders an und benötigt deshalb nur noch eine geringe Wärmezufuhr, um eine ausreichende Verformungsenergie verfügbar zu machen. Bei einem solchen inline-Betrieb sind Kunststoffbezüge, die schon aus Gründen der höheren Druckspannung erwünscht sind, besonders geeignet, weil sie - im Gegensatz zu Bezügen aus Fasermaterial - wesentlich weniger gegen Markierungen empfindlich sind und daher nur selten ausgebaut und abgeschliffen werden müssen. In diesem Zusammenhang haben die aus zwei Stapeln bestehende Kalanders den weiteren Vorteil, daß sie in höherem Maße in-line-tauglich sind, weil die laufende Papierbahn in jedem Stapel nur durch eine geringere

Zahl von Spalten hindurchgeführt werden muß.

Zweckmäßigerweise besitzen alle Walzen einen Antrieb. Die Papierbahn kann daher bei laufendem Kalanders eingezogen werden, weil alle Walzen auf die gleiche Geschwindigkeit gebracht werden können, ehe die Spalte geschlossen werden.

Empfehlenswert ist es auch, daß der Stapel von einer Schutzhülle abgedeckt ist, die die Wärmeabstrahlung reduziert. Ein solche Schutzhülle verringert die Wärmeabstrahlung, so daß sich die Fabrikationshalle nicht so stark erwärmt und übermäßig klimatisiert werden muß. Umgekehrt wird die Temperatur im Innern der Hülle auf einem höheren Wert gehalten, so daß die Wärmezufuhr über die Heizvorrichtung gering gehalten werden kann.

Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter, bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

20 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfundungsgemäßen Kalanders und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer abgewandelten Ausführungsform.

25 Der in Fig. 1 veranschaulichte Kalanders 1 weist einen Walzenstapel auf, der aus acht Walzen besteht, nämlich einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Oberwalze 2, einer weichen Walze 3, einer beheizbaren harten Walze 4, einer weichen Walze 5, einer weichen Walze 6, einer beheizbaren harten Walze 7, einer weichen Walze 8 und einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Unterwalze 9. Auf diese Weise ergeben sich sechs Arbeitsspalte 10 bis 15, die jede durch eine harte Walze und eine weiche Walze begrenzt sind, und ein Wechselspalt 16, der durch zwei weiche Walzen 5 und 6 begrenzt ist.

Eine Papierbahn 17 wird aus einer Papiermaschine 18 zugeführt, durchläuft unter der Führung von Leitrollen 19 die Arbeitsspalte 10 bis 12, den Wechselspalt 16 und die Arbeitsspalte 13 bis 15, worauf sie in einer Wickelvorrichtung 20 aufgewickelt wird. In den drei oberen Arbeitsspalten 10 bis 12 liegt die Papierbahn mit der einen Seite, in den drei unteren Arbeitsspalten 13 bis 15 mit der anderen Seite an den harten Walzen an, so daß beidseitig die gewünschte Oberflächenstruktur, beispielsweise Glanz oder Glätte, erreicht wird.

Wegen der direkten Verbindung des Kalanders 1 mit der Papiermaschine 18 ergibt sich ein in-line-Betrieb. Aus diesem Grund besitzt jede der Walzen 2 bis 9 einen eigenen Antrieb 21. Dies ermöglicht ein Einziehen der Papierbahn 17 während des Betriebes. Jede der weichen Walzen 3, 5, 6 und 8 besitzt einen Bezug 22 aus Kunststoff, insbesondere faserverstärktem Epoxidharz. Dieses Material ist weniger markierungsempfindlich als ein Bezug aus Fasermaterial, so daß die für den in-line-Betrieb wesentlichen längeren Standzeiten erreicht werden. Außerdem kann der Bezug mit höherer

Druckspannung beaufschlagt werden. Er ist auch gegenüber höheren Temperaturen beständiger als Papier. Als Beispiel hierfür wird ein Bezug aus "TopTec 4" der Firma Scapa Kern, Wimpassing/Österreich genannt.

Ein Steuengerät 23 hat mehrere Funktionen:

a) Über eine Leitung 24 wird die Kraft P festgelegt, mit der die Oberwalze 2 nach unten gedrückt wird, wobei die Unterwalze 9 zweckmäßigerweise ortsfest gehalten ist. Die Belastung kann auch in umgekehrter Richtung erfolgen, wobei die Kraft P auf die Unterwalze 9 wirkt und die Oberwalze 2 ortsfest gelagert ist. Durch die Belastung ist auch die Druckspannung bestimmt, die in den einzelnen Arbeitsspalten 10 bis 15 herrscht. Diese Druckspannung nimmt von oben nach unten zu, weil sich zu der Belastungskraft P jeweils noch das Gewicht der einzelnen Walzen addiert. Allerdings ist der Kraftzuwachs geringer als bei bekannten Superkalandern mit 9 bis 16 Walzen.

b) Über die Leitungen 25 und 26 werden die Vorrichtungen 27 bzw. 28 zum Durchbiegungsausgleich der Oberwalze 2 und der Unterwalze 9 mit Druckmittel beaufschlagt. Diese Vorrichtungen sorgen dafür, daß über die Länge der Walzen eine gleichmäßige Druckspannung herrscht, wie dies an sich bekannt ist. Hierfür können alle üblichen Vorrichtungen verwendet werden, insbesondere solche, bei denen Stützelemente nebeneinander in einer Reihe angeordnet sind und einzeln oder zonenweise mit unterschiedlichem Druck beaufschlagt werden können.

c) Die Walzen 2, 4, 7 und 9 sind beheizbar, wie dies durch Pfeile H ange deutet ist. Die Heizenergie wird über strichpunktlierte Pfade 27 bis 30 zugeführt. Dies kann durch elektrische Beheizung, durch Strahlungsbeheizung, mit Hilfe eines Wärmeträgers u.dgl. erfolgen. Eine Schutzhülle 31 dient der Wärmeisolation und sorgt dafür, daß die in Folge der Beheizung abgestrahlte Wärme nur in geringem Maß in die Umgebung abgeführt wird.

Mit Hilfe der Kraft P wird dafür gesorgt, daß die mittlere Druckspannung p in den Arbeitsspalten 10 bis 12 und 13 bis 15, zumindest aber im untersten Spalt, zwischen 45 und 60 N/mm² liegt. Mit Hilfe der Beheizung H wird dafür gesorgt, daß die Oberflächentemperatur der beheizbaren Walzen 2, 4, 7 und 9 zwischen 100 und 150°C liegt. Die Durchmesser der Walzen und die Elastizität des Belages 22 sind so gewählt, daß sich eine Spaltbreite von etwa 2 bis 15 mm, vorzugsweise etwa 8 mm, ergibt. Dies führt in Abhängigkeit von der Bahngeschwindigkeit zu Verweilzeiten t in jedem Arbeitsspalt von 0,1 bis 0,9 ms. Bevorzugt wird es, wenn die Temperatur T nur wenig über der unteren Grenze liegt, also beispielsweise bei 110°C, und wenn die Druckspan-

nung nur wenig über der unteren Grenze liegt, beispielsweise bei 50 N/mm².

Es wurde gefunden, daß die Bedruckbarkeit bei Natur- und leichtgestrichenen Papieren nicht unbedingt mit dem erzielten Glanz oder der Glätte der Papierbahn zusammenhängt, sondern vielmehr mit der Verdichtung bzw. deren Kehrwert Bulk (in cm³/g). Das Maß für die Bedruckbarkeit im Tiefdruckverfahren wird dabei bestimmt durch die Anzahl der "missing dots" (fehlende Rasterpunkte im Viertel- und Halbtontbereich). Die besten Ergebnisse in dieser Hinsicht erhält man, wenn man in allen Arbeitsspalten dafür sorgt, daß die vorstehend angegebenen Grenzen eingehalten werden.

In Fig. 2 ist ein 6-Walzen-Kalander 44 veranschaulicht, der einen einzigen Stapel aufweist, welcher eine harte Oberwalze 45, eine weiche Walze 46, eine harte Walze 47, weiche Walzen 48 und 49 sowie eine harte Unterwalze 50 umfaßt. Zwischen den weichen Walzen 48 und 49 befindet sich ein Wechselspalt 51. Oberhalb von ihm wird die eine Oberfläche der Papierbahn 52 geglättet, unterhalb des Wechselspalts 51 die andere Oberfläche. Vielfach lassen sich die Ergebnisse der Papierbehandlung noch dadurch verbessern, daß die Walzen, insbesondere die Mittelwalzen in nicht veranschaulichter Weise in Hebeln gelagert sind, wobei mit Vorteil die überhängenden Gewichte durch Stützvorrichtungen kompensiert sind, wie dies aus EP 0 285 942 B1 bekannt ist.

30 Patentansprüche

1. Kalander für die zweiseitige Behandlung einer Papierbahn, insbesondere zur Erzeugung von tiefdruckfähigem Papier, mit einem vom Ende her belastbaren Walzenstapel, der harte Walzen und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte aufweist, wobei ein Teil der Walzen beheizbar ist, dadurch gekennzeichnet,

35 45 a1) daß der Stapel 6 bis 8 Walzen (2 bis 9; 45 bis 50) mit einem durch zwei weiche Walzen gebildeten Wechselspalt (16; 51) aufweist oder

40 50 a2) daß zwei gleichartige Stapel mit je 3 oder 4 Walzen vorgesehen sind,

55 b) und daß zumindest für einen Arbeitsspalt (15) als Bedingung gilt:

b1) die Spaltbreite ist so gewählt, daß die Verweilzeit (t) mindestens 0,1 ms beträgt, b2) die Beheizung (H) einer den Arbeitsspalt begrenzenden beheizbaren Walze (2, 4, 7, 9) ist auf eine Oberflächentemperatur (T) von mindestens 100°C ausgelegt b3) und die Belastung (P) der Walzen ist

auf eine mittlere Druckspannung im Arbeitsspalt von mehr als 42 N/mm^2 ausgelegt.

2. Kalander nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest für den einen Arbeitsspalt (15) die Bedingung gilt, daß die Verweilzeit (t) höchstens $0,9 \text{ ms}$ beträgt und daß die Beheizung (H) auf eine Oberflächentemperatur von maximal 150°C und die Belastung (P) auf eine mittlere Druckspannung bis zu 60 N/mm^2 ausgelegt ist.

3. Kalander nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweilzeit (t) $0,2$ bis $0,5 \text{ ms}$, die Oberflächentemperatur (T) 110 bis 125°C und die mittlere Druckspannung (p) 45 bis 55 N/mm^2 beträgt.

4. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingung für die Mehrheit der oder alle Arbeitsspalte (10 bis 15) gilt.

5. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Ober- und/oder Unterwalze (2, 9) durchbiegungssteuerbar sind.

6. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Ober- und Unterwalze (2, 9) beheizbar sind.

7. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die weichen Walzen (3, 5, 6, 8) einen Kunststoffbezug (22) tragen.

8. Kalander nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffbezug (22) auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit bis 60 N/mm^2 ausgelegt ist.

9. Kalander nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffbezug (22) im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht.

10. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Stapel in-line einer Papiermaschine (18) oder Streichmaschine angeordnet sind.

11. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß alle Walzen (2 bis 9) einen Antrieb (21) besitzen.

12. Kalander nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stapel von einer Schutzhaube (31) abgedeckt ist, die die Wärmeabstrahlung reduziert.

Claims

1. Calender for two-sided treatment of a paper web, in particular for producing paper capable of intaglio printing, with a roll stack which can be loaded from the end and which comprises hard rolls and soft rolls as well as working gaps formed in each case between a hard roll and a soft roll, wherein some of the rolls can be heated, characterised in that

5 a1) the stack comprises 6 to 8 rolls (2 to 9; 45 to 50) with a change-over gap (16; 51) formed by two soft rolls
or
a2) two identical stacks each with 3 or 4 rolls are provided,

10 b) and at least for one working gap (15) the following condition applies:
b1) the gap width is selected so that the dwell time (t) is at least 0.1 ms ,
b2) the heating (H) of one heatable roll (2, 4, 7, 9) defining the working gap is designed for a surface temperature (T) of at least 100°C ,
b3) and the load (P) on the rolls is designed for a mean compressive stress in the working gap of more than 42 N/mm^2 .

15 2. Calender according to claim 1, characterised in that the condition that the dwell time (t) is at most 0.9 ms and that the heating (H) is designed for a surface temperature of at most 150°C and the load (P) is designed for a mean compressive stress of up to 60 N/mm^2 applies to at least one working gap (15).

20 3. Calender according to claim 1 or 2, characterised in that the dwell time (t) is 0.2 to 0.5 ms , the surface temperature (T) is 110 to 125°C and the mean compressive stress (P) is 45 to 55 N/mm^2 .

25 4. Calender according to any of claims 1 to 3, characterised in that the condition applies to the majority or all of the working gaps (10 to 15).

30 5. Calender according to any of claims 1 to 4, characterised in that the upper and/or lower rolls (2, 9) can be controlled for deflection.

35 6. Calender according to any of claims 1 to 5, characterised in that the upper and lower rolls (2, 9) can be heated.

40 7. Calender according to any of claims 1 to 6, characterised in that the soft rolls (3, 5, 6, 8) carry a plastic covering (22).

45

50

55

8. Calender according to claim 7, characterised in that the plastic covering (22) is designed for a compressive stress bearing capacity of up to 60 N/mm².
9. Calender according to claim 7 or 8, characterised in that the plastic covering (22) essentially consists of fibre-reinforced epoxy resin.
10. Calender according to any of claims 1 to 9, characterised in that the stack or stacks are arranged in line with a paper-making machine (18) or spreading machine.
11. Calender according to any of claims 1 to 10, characterised in that all the rolls (2 to 9) have a drive (21).
12. Calender according to any of claims 1 to 11, characterised in that the stack is covered by a protective hood (31) which reduces the heat radiation.

Revendications

1. Calandre pour le traitement d'une bande de papier sur les deux faces, notamment pour la production de papier d'héliogravure, avec un empilement de cylindres qui peut être soumis à une charge à une extrémité et qui comporte des cylindres durs et des cylindres mous ainsi que des fentes de travail formées à chaque fois entre un cylindre dur et un cylindre mou, une partie des cylindres pouvant être chauffés, caractérisée en ce que
 - a1) l'empilement comporte 6 à 8 cylindres (2 à 9 ; 45 à 50) avec une fente de retournement (16 ; 51) formée par deux cylindres mous ou
 - a2) il est prévu deux empilements identiques avec chacun 3 ou 4 cylindres,
 b) on a comme condition pour au moins une fente de travail (15) :
 - b1) la largeur de fente est choisie telle que le temps de séjour (t) vaut au moins 0,1 ms,
 - b2) le chauffage (H) d'un cylindre (2, 4, 7, 9) limitant la fente de travail et pouvant être chauffé est conçu pour une température superficielle (T) d'au moins 100 °C
 - b3) et la charge (P) des cylindres est conçue pour une contrainte de pression moyenne dans la fente de travail de plus de 42 N/mm².
2. Calandre selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'au moins une fente de travail (15) vérifie la condition dans laquelle le temps de séjour (t) vaut

au maximum 0,9 ms, le chauffage (H) est conçu pour une température superficielle d'au maximum 150 °C et la charge (P) est conçue pour une contrainte de pression moyenne allant jusqu'à 60 N/mm².

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

3. Calandre selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le temps de séjour (t) vaut de 0,2 à 0,5 ms, la température superficielle (T) vaut de 110 à 125 °C et la contrainte de pression moyenne (p) vaut de 45 à 55 N/mm².
4. Calandre selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la condition est vérifiée par la majorité ou la totalité des fentes de travail (10 à 15).
5. Calandre selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le cylindre supérieur (2) et/ou le cylindre inférieur (9) peuvent être contrôlés en flexion.
6. Calandre selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le cylindre supérieur (2) et le cylindre inférieur (9) peuvent être chauffés.
7. Calandre selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les cylindres mous (3, 5, 6, 8) portent un revêtement (22) en matière plastique.
8. Calandre selon la revendication 7, caractérisée en ce que le revêtement (22) en matière plastique est conçu pour une capacité de charge par contrainte de pression allant jusqu'à 60 N/mm².
9. Calandre selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que le revêtement (22) en matière plastique est globalement en résine époxy renforcée par des fibres.
10. Calandre selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'empilement ou les empilements sont disposés en ligne avec une machine à papier (18) ou une coucheuse.
11. Calandre selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que tous les cylindres (2 à 9) ont un mécanisme d'entraînement (21).
12. Calandre selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que l'empilement est recouvert par un capot protecteur (31) qui réduit la dissipation de chaleur.

